

Mladi za napredek Maribora 2018

35. srečanje

OGLJIČNI ODTIS ŠOLE

varstvo okolja

raziskovalna naloga

Avtor: ALEKSANDRA VUJANOVIĆ
Mentor: DARJA KRAVANJA, LIDIJA ČUČEK
Šola: II. GIMNAZIJA MARIBOR

Maribor, februar, 2018

Mladi za napredek Maribora 2018

35. srečanje

OGLJIČNI ODTIS ŠOLE

varstvo okolja

raziskovalna naloga

Maribor, februar, 2018

KAZALO VSEBINE

Vsebina

KAZALO VSEBINE	3
KAZALO TABEL	4
POVZETEK.....	5
ZAHVALA.....	6
1 UVOD.....	7
1.1 NEKATERI PODATKI ŠOLE.....	8
2 TEORETIČNO OZADJE.....	9
2.1 KAJ JE OGLJIČNI ODTIS?	9
3 METODOLOGIJA DELA	10
3.1 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE	10
3.2 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI OGREVANJA	11
3.3 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PREVOZOV	12
3.4 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PORABE PAPIRJA.....	15
3.5 SKUPNI REZULTATI.....	17
4 RAZPRAVA	18
4.1 OVREDNOTENJE HIPOTEZ	19
5.1 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ŠOLE ZARADI PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE.....	20
5.2 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI OGREVANJA.....	21
5.3 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PREVOZOV	22
5.4 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PORABE PAPIRJA.....	23
7 DRUŽBENA ODGOVORNOST.....	25
8 SEZNAM VIROV	26
PRILOGA	28

KAZALO TABEL

Tabela 1: Prikaz izračuna ogljičnega odtisa za električno energijo	10
Tabela 2: Prikaz izračuna ogljičnega odtisa za ogrevanje.....	11
Tabela 3: Pregled prevožene poti za 341 oseb.....	13
Tabela 4: Prikaz letnih izpustov toplogrednih plinov zaradi prevoza oseb z avtomobili	14
Tabela 5: Prikaz letne količine izpustov toplogrednih plinov zaradi prevoza z avtomobili	14
Tabela 6: Prikaz letnih izpustov toplogrednih plinov zaradi prevoza z javnimi prevoznimi sredstvi (avtobusi)	15
Tabela 7: Ogljični odtis šole zaradi prevozov	15
Tabela 8: Prikaz povprečne porabe zvezkov in delovnih zvezkov na dijaka v šolskem letu ..	15
Tabela 9: Pregled letne porabe papirja na šoli.....	16
Tabela 10: Prikaz izračuna ogljičnega odtisa za porabo papirja.....	16
Tabela 11: Pregled ogljičnega odtisa šole	17

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Pregled prevoza 906 oseb v šolo.....	12
Graf 2: Prikaz ogljičnega odtisa šole v koledarskem letu	17

POVZETEK

Izpusti toplogrednih plinov, ki jih povzročajo dejavnosti ljudi, imajo negativne vplive na okolje, predvsem na podnebne spremembe.

V raziskovalni nalogi smo z metodologijo, ki temelji na protokolu za toplogredne pline (Greenhouse Gas Protocol) izračunali ogljični odtis šole, ki nastane zaradi porabe električne energije, ogrevanja šolskih prostorov, prevoza oseb v šolo ter porabe papirja v šolskem letu. Potrebne podatke smo pridobila z anketiranjem dijakov in delavcev šole.

Ugotovili smo, da na ogljični odtis šole najmanj vpliva poraba papirja, najbolj pa ogrevanje šolskih prostorov. Na osnovi tega smo predlagali ukrepe za zmanjševanje ogljičnega odtisa šole in načrtovali dejavnosti za ozaveščanje dijakov in delavcev šole.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem svoji mentorici in somentorici za vso spodbudo, strokovno pomoč ter ves trud in čas, ki sta ga namenili moji raziskovalni nalogi.

Prav tako se zahvaljujem tudi gospe knjižničarki za nasvete pri navajanju virov in profesorju slovenščine za lektoriranje raziskovalne naloge.

Zahvala gre tudi vsem dijakom in delavcem šole, ki sem jih anketirala.

1 UVOD

Vse pogosteje se srečujemo s pojavom onesnaževanja okolja, pa se tega včasih niti ne zavedamo. Zelo pomembno je, da prepoznamo in opredelimo dejavnosti, ki imajo negativne posledice na okolje. Le tako lahko načrtujemo ukrepe, s katerimi bomo uspešno zmanjšali negativne vplive na okolje.

Kljub temu da imamo vsi radi naravo, se zdi, da nas ni prav veliko pripravljenih spremeniti svojih vsakdanjih dejavnosti, s katerimi negativno vplivamo na naše okolje, da bi ga obvarovali po svojih najboljših močeh. Če si želimo tudi v prihodnosti uživati v lepotah neokrnjene narave, bi morali vpliv negativnih posledic na okolje zmanjševati že zdaj.

Skoraj vse človekove dejavnosti povzročajo izpuste ogljikovega dioksida (CO₂) v okolje. Ti nastajajo kot posledica uporabe električne energije, ki je proizvedena v termoelektrarnah s fosilnimi gorivi, z uporabo papirja, pri ogrevanju prostorov z izjemo ogrevanja s sončno in z geotermalno energijo ter z lesno biomaso, pri prevozih z bencinskimi ali dizelskimi motornimi vozili itn.

Toplogredni plini zagotovo močno pripomorejo k onesnaževanju okolja. Dejstvo je, da izpusti toplogrednih plinov vplivajo na podnebne spremembe, s katerimi se soočamo. Ker se zavedamo njihove pomembne vloge pri onesnaževanju okolja, smo se odločili, da bomo raziskali ogljični odtis šole, ki jo obiskujem. Vanj bodo vključeni vsi izpusti toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi ogrevanja prostorov, porabe električne energije, prevozov dijakov in delavcev šole in uporabe papirja v šolskem letu 2017/2018.

Cilja raziskovalne naloge sta izračunati ogljični odtis šole in načrtovati ukrepe, s katerimi bi ogljični odtis lahko zmanjšali.

Pred pričetkom raziskovanja smo si zastavili hipotezi:

H1: Ogljični odtis šole najbolj povečujejo izpusti ogljikovega dioksida (CO₂), ki nastanejo zaradi porabe električne energije.

H2: Ogljični odtis šole najmanj povečujejo izpusti ogljikovega dioksida (CO₂), ki nastanejo zaradi prevozov dijakov in delavcev šole v šolo.

Namen raziskovalne naloge je, da na podlagi ogljičnega odtisa šole prepoznamo in opredelimo, katere dejavnosti v šoli povzročajo največ izpustov toplogrednih plinov. Z raziskanimi podatki bomo lahko načrtovali posamezne ukrepe in korake, ki bi povečali energetske učinkovitost šole in zmanjšali negativne vplive na okolje.

1.1 NEKATERI PODATKI ŠOLE

Leto izgradnje: 1950

Leto zadnje prenove: 2009

Starost stavbe: 68 let

Kondicionirana površina stavbe: 8962 m²

Število oseb (zaposlenih in dijakov): 906, 83 zaposlenih in 823 dijakov

Dobavitelj električne energije za šolo: Elektro Maribor, d. d.

Vir ogrevanja šole: daljinsko ogrevanje (Javno podjetje Energetika Maribor, d. o. o.)

2 TEORETIČNO OZADJE

2.1 KAJ JE OGLJIČNI ODTIS?

Izraz »ogljčni odtis« je preveden iz izraza »carbon footprint« v angleškem jeziku. Izraz ogljični odtis je poimenovanje, s katerim izražamo količino izpustov toplogrednih plinov v okolje (med katerimi je najpomembnejši ogljikov dioksid (CO₂)), ki nastajajo zaradi različnih dejavnosti posameznika, podjetij ali organizacij. Ogljični odtis je možno izračunati za dejavnost, dogodek ter posameznike. Merska enota za ogljični odtis je tona ekvivalenta CO₂ (t CO₂ e). Ogljični odtis uporabljamo, da na podlagi tega ugotovimo 'prijaznost' neke dejavnosti, posameznika ali dogodka do okolja, pomembno pa je, da ta hkrati predstavlja merilo vplivanja na podnebne spremembe v našem okolju (Umanotera, 2018).

Ogljični odtis lahko nastane posredno ali neposredno, in sicer ga lahko povzroči posameznik, organizacija, dejavnost ali storitev in izdelek v določenem časovnem obdobju (Zelena Slovenija, 2018).

Vsaka dejavnost ali izdelek, ki potrebuje energijo za svojo proizvodnjo in transport, uporabo ter uničenje, je pravzaprav zaradi tega posreden vzrok izpustov ogljikovega dioksida (CO₂) v okolje. Upoštevati moramo tudi dejstvo, da pri tem po navadi nastajajo tudi izpusti drugih toplogrednih plinov (Kern in Ogorelec 2011), kot so metan, dušikovi oksidi, ozon, fluorirani ogljikovodiki in žveplov heksafluorid.

3 METODOLOGIJA DELA

V raziskovalni nalogi smo uporabili anketiranje in metodologijo, ki temelji na *Protokolu za toplogredne pline* (Greenhouse Gas Protocol). Anketiranje dijakov in delavcev šole smo uporabili, da smo pridobili potrebne podatke za izračun ogljičnega odtisa šole.

3.1 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Za izračun ogljičnega odtisa šole zaradi porabe električne energije smo uporabili podatek o mesečni porabi električne energije iz omrežja, ki znaša 21619 kWh. Mesečno porabo električne energije smo pomnožili s koeficientom 0,44¹, da smo izračunali količino izpustov ekvivalenta ogljikovega dioksida (CO₂), ki se pri tem spusti v okolje. Koeficient vključuje vse nastale izpuste CO₂ in drugih toplogrednih plinov, od nastalih izpustov zaradi proizvodnje in vse do porabljene električne energije. Za izračun rezultata količine izpustov toplogrednih plinov v koledarskem letu smo pomnožili mesečni rezultat s številom 12. Ker se ogljični odtis in količine izpustov toplogrednih plinov v okolje po navadi podajajo v tonah izpustov, smo letni rezultat delili s številom 1000 in tako dobili končni rezultat količine izpustov toplogrednih plinov, ki so podani v tonah ekvivalenta CO₂ (t CO₂ e).

V tabeli 1 je prikazan izračun ogljičnega odtisa zaradi porabe električne energije.

Tabela 1: Prikaz izračuna ogljičnega odtisa za električno energijo

Količina mesečne porabljene električne energije	Količnik pretvorbe	Letni rezultat
21 619 kWh	$\times 0,44 \times 12$	114 t CO ₂ e/a

¹ Koeficienti se razlikujejo po posameznih državah, in sicer zaradi različnih primarnih virov za proizvodnjo električne energije. V Sloveniji znaša povprečna emisija CO₂ e na kilovatno uro 0,44, če se upoštevajo različne napetosti električne energije. Vir: Ecoinvent in OpenLCA

3.2 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI OGREVANJA

Za izračun ogljičnega odtisa, ki nastane zaradi ogrevanja šolskih prostorov, smo uporabili podatek o letnih stroških za porabo energije za ogrevanje prostorov, ki znaša 54000 €, kar je povprečno približno 4500 € na mesec. Na podlagi cene za megavatno uro, ki znaša približno 60 €², smo izračunali letno in mesečno porabo energije za ogrevanje prostorov šole, slednja znaša približno 75 MWh. Ogljični odtis za ogrevanje smo izračunali tako, da smo povprečno mesečno porabo energije za ogrevanje množili s koeficientom 0,33431³, kajti to predstavlja emisije toplogrednih plinov na porabljeno megavatno uro energije za ogrevanje (0,33431 t CO₂ e na MWh). Koeficient vključuje nastale emisije zaradi različnih vhodnih surovin za proizvodnjo toplotne energije in bi v primeru ogrevanja na zemeljski plin znašal 0,3 t CO₂ e/MWh, v primeru ogrevanja na antracitni premog približno 0,39 t CO₂ e/MWh in na lignit 0,936 t CO₂ e/MWh. Uporabljen koeficient vključuje vse nastale izpuste CO₂; od proizvodnje energije za ogrevanje do izpustov zaradi samega ogrevanja. Izračunan produkt smo nato pomnožili še s številom 12, da smo izračunali izpuste toplogrednih plinov v koledarskem letu, ki je podan v tonah ekvivalenta ogljikovega dioksida (t CO₂ e).

V tabeli 2 je prikazan izračun ogljičnega odtisa šole zaradi ogrevanja šolskih prostorov.

Tabela 2: Prikaz izračuna ogljičnega odtisa za ogrevanje

Povprečna mesečna poraba energije za ogrevanje	Količnik pretvorbe	Letni rezultat
75 MWh	0,33431 × 12	301 t CO ₂ e/a

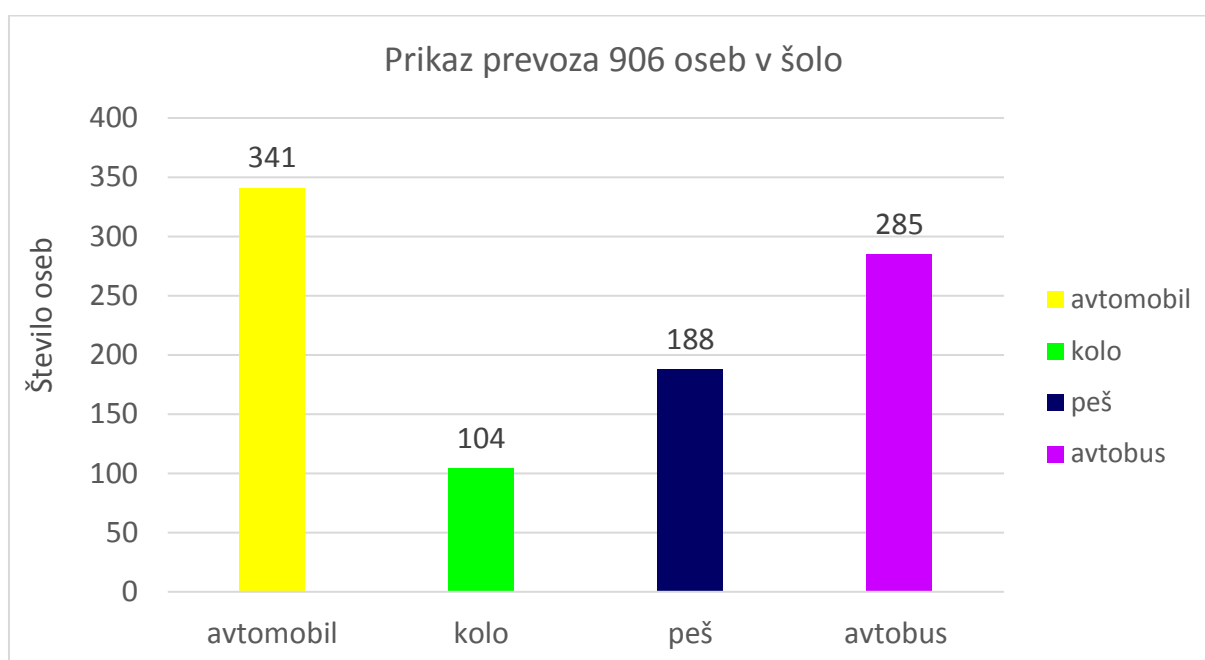
² Vir cene za megavatno uro: Javno podjetje Energetika Maribor, d. o. o. (https://www.energetika-mb.si/media/files/pdf/ceniki/2018_cenik-TOP_01.pdf).

³ Uporabljen je koeficient za daljinsko ogrevanje, ki velja za vso Evropo z izjemo Švice. Velja za izračun izpustov CO₂, če se za pridobivanje energije uporabljajo različni energijski viri, med katerimi ni prisoten zemeljski plin.

Vir: Ecoinvent in OpenLCA

3.3 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PREVOZOV

Podatke, ki smo jih potrebovali za izračun ogljičnega odtisa, ki nastane zaradi vseh prevozov oseb, smo pridobili z anketiranjem dijakov in delavcev šole. Anketni vprašalnik je podan v prilogi. Vprašalnik je izpolnilo 519 oseb, od tega 40 zaposlenih oz. 48,19 % zaposlenih in 479 dijakov oz. 58,2 % dijakov. Graf 1 prikazuje prevoz oseb, katerega smo preračunali na vse osebe, ki jih je 906. Seštevek vseh oseb v grafu 1 je nekoliko večji, saj nekaj oseb uporablja več vrst prevoza. Prevoze oseb smo preračunali sorazmerno z deležem ljudi, ki so izpolnili anketo za vse vrste prihoda v šolo (z avtomobilom, s kolesom, peš in z javnim prevozom).



Graf 1: Pregled prevoza 906 oseb v šolo

Ogljični odtis, ki nastane zaradi prevozov oseb v šolo, smo izračunali za dijake za obdobje šolskega leta oziroma 10 mesecev in za zaposlene za 213 dni na leto (približno 1700 delovnih ur), saj ti potekajo le v tem časovnem obdobju. Tudi ta koeficienta vključujeta prav vse izpuste CO₂, od proizvodnje do izgorevanja goriva. Upoštevali smo ogljični odtis za vožnjo z avtomobilom in avtobusom, ogljičnega odtisa za prevoz s kolesom nismo upoštevali, prav tako tudi ne v primeru ljudi, ki prihajajo peš.

Najprej smo izračunali ogljični odtis, ki nastaja v primeru vožnje z avtomobili. Prvi korak za izračun ogljičnega odtisa je izračun letne prevožene poti dijakov in delavcev šole z avtomobili na dizelsko in bencinsko gorivo.

Ogljični odtis, ki nastaja zaradi prevozov z avtomobili na dizelsko in bencinsko gorivo, smo izračunali tako, da smo najprej izračunali skupno prevoženo pot posebej za avtomobile na dizelsko in posebej za avtomobile na bencinsko gorivo na leto za anketirane osebe. Za dijake je vzeta povprečna razdalja dijaka od šole, ki znaša 2,54 km. Skupno 141 dijakov uporablja avtomobil na bencinsko gorivo in 169 dijakov uporablja bencin na dizelsko gorivo. Za zaposlene pa smo razdalje sešteli posebej za zaposlene, ki uporabljajo avtomobile na bencinsko gorivo in tiste na dizelsko gorivo. Skupno so zaposleni, ki so izpolnili anketo in vozijo avtomobile na bencinsko gorivo, oddaljeni 181,7 km od šole in zaposleni, ki vozijo avtomobile na dizelsko gorivo, pa 228,9 km. Povprečna razdalja zaposlenega od šole znaša 10,27 km.

Tabela 3 prikazuje izračun skupne prevožene poti prevozov oseb, ki se vozijo v šolo z avtomobili.

Tabela 3: Pregled prevožene poti za 341 oseb

Vrsta goriva:	Prevožena pot dijakov (km/a)	Prevožena pot zaposlenih (km/a)	Skupaj prevožena pot (km/a)
Bencinsko gorivo	143 256	160 237	303 493
Dizelsko gorivo	171 704	201 861	373 565

Izračunali smo (glej tabelo 4), koliko izpustov toplogrednih plinov nastane posebej s prevozi dijakov in posebej s prevozi zaposlenih. Za to, da smo izračunali emisije, smo predpostavili povprečno porabo avtomobilov, kjer smo ločili avtomobile z bencinskim in dizelskim motorjem. Povprečna poraba najbolj pogostih avtomobilov z bencinskim motorjem v Sloveniji znaša 6,83 L bencina na 100 km⁴. Najbolj pogosti avtomobili z dizelskim motorjem v Sloveniji pa povprečno porabijo dobrih 14 % manj goriva kot bencinski⁴ in torej njihova povprečna poraba znaša 5,87 L dizla na 100 km. Poraba bencinskega goriva tako znaša 20 729 L na leto in dizelskega goriva 21 928 L na

⁴ Vir: Zveza potrošnikov Slovenije, 2016, Koliko zares porabijo avtomobili na slovenskih cestah? (<https://www.zps.si/index.php/avto/navigacija-2/8244-koliko-zares-porabijo-avtomobili-na-slovenskih-cestah>)

leto. Za emisije toplogrednih plinov smo vzeli faktorja pretvorbe 2,3117 kg CO₂ e na L za bencinsko gorivo⁵ in 2,6676 kg CO₂ e na L za dizelsko gorivo⁵. Na podlagi teh podatkov smo izračunali koliko izpustov toplogrednih plinov nastane na leto zaradi prevozov dijakov in zaposlenih z avtomobili.

Tabela 4: Prikaz letnih izpustov toplogrednih plinov zaradi prevoza oseb z avtomobili

	Poraba (L/a)			Izpusti toplogrednih plinov (t CO ₂ e/a)
	Dijaki	Zaposleni	Skupaj	
Bencinsko gorivo	9 784	10 944	20 729	47,9
Dizelsko gorivo	10 079	11 849	21 928	58,5

Vsota izračunanih rezultatov letnih izpustov toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi prevozov oseb z avtomobili na dizelsko ali bencinsko gorivo v šolskem letu je podana še v tabeli 5.

Tabela 5: Prikaz letne količine izpustov toplogrednih plinov zaradi prevoza z avtomobili

Število oseb	Izpusti toplogrednih plinov
341	106,4 t CO ₂ e/a

Prav tako smo izračunali, kolikšno pot opravijo dijaki in delavci šole z javnimi prevoznimi sredstvi, natančneje zaradi uporabe avtobusnih prevozov ter kakšne emisije toplogrednih plinov se pri tem sprostijo v okolje. Izpuste toplogrednih plinov, ki nastanejo pri prevozih z avtobusom, smo izračunali tako, da smo najprej izračunali povprečno prevoženo pot, ki jo opravi oseba na dan. Nato smo povprečno prevoženo pot osebe na dan pomnožili s številom oseb, ki uporabljajo avtobusni prevoz. Dobljeno število smo pomnožili s koeficientom 0,1488⁵, ki predstavlja ekvivalent emisij ogljikovega dioksida (kg CO₂ e) na osebo na prevožen kilometer z avtobusnim prevozom. Tako smo izračunali dnevno količino izpustov toplogrednih plinov, ki smo

⁵ Carbon Trust, 2011, Conversion factors, Energy and carbon conversions 2011 update (https://www.carbontrust.com/media/18223/ctl153_conversion_factors.pdf)

jo pomnožili s številom 200 (10 mesecev, 20 dni na mesec), da smo dobili letno količino izpustov toplogrednih plinov zaradi uporabe avtobusnega prevoza. Podatki in rezultati za emisije toplogrednih plinov zaradi uporabe avtobusnega prevoza so prikazani v tabeli 6.

Tabela 6: Prikaz letnih izpustov toplogrednih plinov zaradi prevoza z javnimi prevoznimi sredstvi (avtobusi)

Število oseb	Povprečna dnevna razdalja na osebo	Skupna razdalja	Koeficient	Količina izpustov toplogrednih plinov
285	5,76 km	327 000 km	0,1488 kg CO ₂ e/(oseba km)	48,7 t CO ₂ e/a

V tabeli 7 je prikazan ogljični odtis šole zaradi prevozov.

Tabela 7: Ogljični odtis šole zaradi prevozov

Prevoz z avtomobili	Prevoz z avtobusi	Skupaj letni rezultat
106,4 t CO ₂ e/a	48,7 t CO ₂ e/a	155 t CO ₂ e/a

3.4 IZRAČUN OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PORABE PAPIRJA

Za izračun ogljičnega odtisa zaradi porabe papirja smo morali najprej pridobiti podatek, koliko papirja se porabi na šoli na leto. Z anketiranjem dijakov in zaposlenih na šoli smo pridobili podatke o porabi papirja. Podatki o povprečni porabi papirja na osebo so prikazani v tabeli 8 glede na tip papirja (zvezkov oz. delovnih zvezkov).

Tabela 8: Prikaz povprečne porabe zvezkov in delovnih zvezkov na dijaka v šolskem letu

Tip papirja	Število
zvezek A4, mehke platnice	15,9
zvezek A4, trde platnice	9,5
zvezek A5, mehke platnice	7,67
zvezek A5, trde platnice	3,5
delovni zvezek	8,5

Ker so bili podatki podani v različnih formatih papirja (A4- in A5-listi ter delovni zvezki), smo nato izračunali še število porabljenega papirja, ki smo ga izrazili v formatu A4-listov papirja. Natančno smo stehtali 500 listov A4-papirja oznake Premium paper in ugotovili, da masa lista znaša povprečno 4,9674 g. Maso lista A4-papirja smo pomnožili s številom porabljenih listov v koledarskem letu. V tabeli 9 je prikazana letna poraba A4-listov papirja naše šole.

Tabela 9: Pregled letne porabe papirja na šoli

Število oseb:	906
Število listov A4 na osebo	2688
Skupno število porabljenih A4-listov	2 435 534

Težo porabljenih listov A4-papirja v koledarskem letu, ki skupno znaša 12 087 kg, smo nato pomnožili s koeficientom 1,52413⁶, ki predstavlja število kg emisij toplogrednih plinov na kilogram A4-papirja. Koeficient predstavlja povprečne emisije toplogrednih plinov petih različnih vrst papirja. Pri porabljenem kilogramu A4-papirja se tako v okolje povprečno sprosti približno 1,52413 kilogramov ekvivalenta ogljikovega dioksida (1,52413 kg CO₂ e/kg A4-listov papirja). Koeficient vključuje vse nastale izpuste CO₂ od proizvodnje do uničenja papirja.

V tabeli 10 je prikazan izračun ogljičnega odtisa za porabo papirja.

Tabela 10: Prikaz izračuna ogljičnega odtisa za porabo papirja

Masa papirja	Koeficient	Količina izpustov
12 098 kg	1,52413 kg CO ₂ e /kg	18,4 t CO ₂ e/a

⁶ Vir: Ecoinvent in OpenLCA

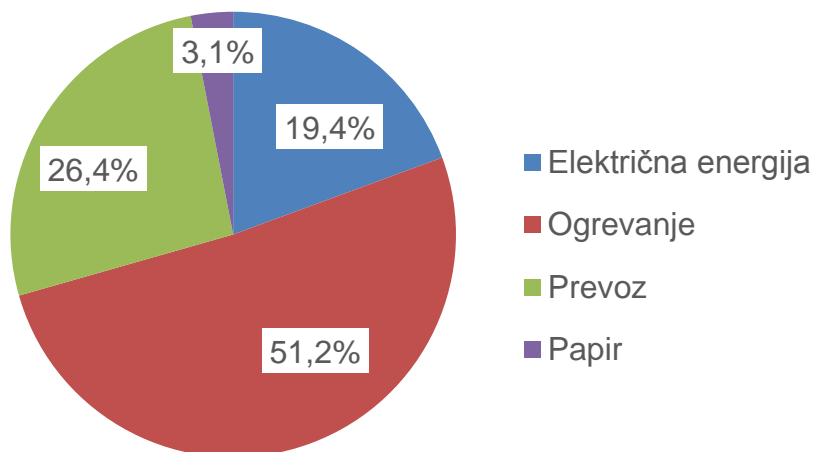
3.5 SKUPNI REZULTATI

Izračunan ogljični odtis šole zaradi različnih virov (električna energija, ogrevanje, prevoz in papir) je prikazan v spodnji tabeli. Skupno letni ogljični odtis znaša 588 t CO₂e oz. povprečno na osebo znaša 0,649 t CO₂e/a.

Tabela 11: Pregled ogljičnega odtisa šole

Električna energija	114 t CO ₂ e/a
Ogrevanje	301 t CO ₂ e/a
Prevoz	155 t CO ₂ e/a
Papir	18 t CO ₂ e/a
Skupaj	588 t CO ₂ e/a
Ogljični odtis na osebo	0,649 t CO ₂ e/a

Na grafu 2 je prikazan ogljični odtis šole na leto v deležih za vsak posamezen vir. Več kot 50 % k ogljičnemu odtisu doprinese ogrevanje, prevoz doprinese 26,4 %, električna energija 19,4 % in najmanjši delež je zaradi porabe papirja, znaša pa 3,1 %.



Graf 2: Prikaz ogljičnega odtisa šole v koledarskem letu

4 RAZPRAVA

Na podlagi izračunov izpustov toplogrednih plinov v koledarskem letu smo prepoznali, kateri dejavniki šole povzročajo večji ogljični odtis in v kolikšni meri. Tako smo ugotovili, da najmanj izpustov toplogrednih plinov nastane zaradi porabe papirja, največ izpustov pa jih nastane zaradi ogrevanja šolskih prostorov. Na podlagi izračunov izpustov toplogrednih plinov za posamezne dejavnosti smo tako ugotovili, da ogljični odtis šole znaša približno 588 t CO₂ e v koledarskem letu, kar je približno 0,649 t CO₂ e na osebo.

Iz tabel 9 in 10 je razvidno, da se na šoli porabi zelo veliko papirja. V primerjavi z ostalimi dejavnostmi pa najmanj vpliva na izpuste toplogrednih plinov, le približno 3 %. Ker šola porabi tako veliko količino papirja v koledarskem letu, smo pričakovali precej večje količine izpustov toplogrednih plinov.

V koledarskem letu zaradi porabe električne energije povzročimo približno 114 t CO₂ e, kar je približno 19 % v primerjavi z drugimi viri izpustov šole, ki smo jih upoštevali pri izračunu. Zaradi porabe električne energije na šoli ne nastajajo večji izpusti toplogrednih plinov, saj se električno energijo na šoli uporablja večinoma le za razsvetljavo šolskih prostorov in za pogon električnih naprav, kar pa ne povzroča večjih porab električne energije. Šola s porabo električne energije povsem posredno povzroča izpuste ogljikovega dioksida (CO₂). To pomeni, da izpusti CO₂ e ne nastanejo na mestu porabe, temveč na mestu nastanka. Izpusti nastajajo zaradi pridobivanja električne energije iz različnih virov, a smo kot uporabniki kljub temu odgovorni za izpuste, ki pri tem nastanejo.

Zaradi prevozov dijakov in zaposlenih v šoli povzročimo približno 155 t izpustov ekvivalenta ogljikovega dioksida v šolskem letu, kar predstavlja približno 26 % celotnega ogljičnega odtisa šole. V primerjavi z ogljičnim odtisom, ki nastane zaradi porabe papirja in porabe električne energije, je ogljični odtis zaradi prevozov večji. Največ izpustov toplogrednih plinov nastane zaradi uporabe avtomobilov na bencinsko in dizelsko gorivo, saj je uporaba avtobusnega prevoza bistveno bolj prijazna okolju kakor uporaba avtomobilov. Presenetljivo je, da tolikšno število oseb uporablja prevoz z avtomobilom (glej graf 1). Prevoz z avtomobilom na bencinsko ali dizelsko gorivo povzroča več izpustov toplogrednih plinov kot prevoz z avtobusom.

Skupna prevožena razdalja z avtomobili znaša 677 058 km/a, ogljični odtis pa znaša 106,4 t/a, medtem ko znaša skupna prevožena razdalja z avtobusi 327 000 km in ogljični odtis 48,7 t/a. Je pa vrednost koeficienta, ki je vzeta (0,1488 kg CO₂ e/(oseba km)), precej visoka. Koeficient lahko namreč znaša le 0,0306 kg CO₂ e/(oseba km)⁵ oz. 0,05 kg CO₂ e/(oseba km)⁷. Koeficient in posledično emisije so odvisne predvsem od števila potnikov v avtomobilu oz. na avtobusu.

Iz grafa 2 je razvidno, da največ izpustov toplogrednih plinov nastane zaradi ogrevanja šolskih prostorov. Ogljični odtis, ki nastane zaradi ogrevanja šolskih prostorov, predstavlja več kot 50 % celotnega ogljičnega odtisa šole. To ugotovitev lahko razložimo z veliko kondicionirano površino stavbe (8962 m²). Šola porabi za ogrevanje prostorov približno 900 MWh na leto. Tolikšna količina energije za ogrevanje (100,4 kWh/m²) je povsem primerljiva z novimi stavbami (Ovoenergy, 2018), ki so toplotno izolirane. Ta podatek je pričakovan, saj je bila zadnja prenova šole leta 2009, z njo pa se je tudi izboljšala energetska učinkovitost šole. Bi pa lahko precej zmanjšali izpuste, če bi uporabili drugo vrsto goriva za ogrevanje. Koeficienti za daljinsko ogrevanje se kar precej razlikujejo in sicer predvsem zaradi različnih virov za pridobivanje energije za ogrevanje. Za pridobivanje energije za ogrevanje v smo uporabili povprečen koeficient, ki velja za daljinsko ogrevanje za Evropo z izjemo Švice. V koeficientu so upoštevani vsi viri za pridobivanje energije za ogrevanje, med katerimi je izključen zemeljski plin, prav tako pa so vključene tudi vse emisije CO₂; od proizvodnje energije za ogrevanje in vse do samega ogrevanja.

4.1 OVREDNOTENJE HIPOTEZ

Izračunali smo izpuste toplogrednih plinov, ki se sprostijo v okolje zaradi porabe električne energije, ogrevanja šolskih prostorov, prevozov oseb in porabe papirja v koledarskem letu.

⁷ Umanotera, Slovenska fundacija za trajnostni razvoj, Izračunaj svoj ogljični odtis (<http://www.umanotera.org/kaj-delamo/trajne-vsebine-projekti-kampanje/podnebne-spremembe/izracunaj-svoj-ogljicni-odtis/#toggle-id-6>)

Na podlagi izračunov izpustov toplogrednih plinov smo ugotovili, da ogljični odtis v koledarskem letu najbolj povečujejo izpusti, ki nastanejo zaradi ogrevanja šolskih prostorov. Zatorej lahko prvo hipotezo v celoti ovržemo.

Na podlagi izračunov izpustov toplogrednih plinov smo prav tako ugotovili, da ogljični odtis šole v koledarskem letu najmanj povečujejo izpusti, ki nastanejo zaradi porabe papirja. Zatorej lahko tudi drugo hipotezo v celoti ovržemo.

5 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ŠOLE

Na osnovi izračunov v raziskovalni nalogi smo ugotovili, katere dejavnosti vplivajo na ogljični odtis šole in v kolikšni meri. Na podlagi tega lahko načrtujemo ukrepe, s katerimi bi ogljični odtis šole zmanjšali in hkrati povečali tudi energetske učinkovitost šole.

Prvi korak je ozaveščanje dijakov in delavcev šole o pomembnosti varovanja okolja. Z ozaveščanjem o varovanju okolja je pomembno, da bi dijake in delavce šole seznanili z ogljičnim odtisom šole za posamezne dejavnosti in jih tako s podanimi ukrepi čim uspešneje spodbudili, da bi nekoliko spremenili svoj način življenja in vanj vključili čim več okolju prijaznih alternativ.

5.1 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ŠOLE ZARADI PORABE ELEKTRIČNE ENERGIJE

Pri načrtovanju za zmanjšanje ogljičnega odtisa šole zaradi porabe električne energije predlagamo ukrepe:

- ugašanje luči v šolskih prostorih, če jih ne potrebujemo;
- uporabo varčnih sijalk;
- uporabo svetil s senzorjem gibanja na hodnikih;
- primerno razporeditev luči v prostoru glede na naše potrebe;
- samodejni izklop zaslonov računalnikov po določenem času nedelovanja;

- popolni izklop elektronskih naprav, tako da ne bi gorela nobena lučka v obdobju daljše neuporabe;
- racionalnejšo uporabo luči v šolskih prostorih.

5.2 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI OGREVANJA

Pri načrtovanju za zmanjšanje ogljičnega odtisa šole zaradi ogrevanja šolskih prostorov predlagamo ukrepe:

- uporaba termostata za nastavitvev in uravnavanje želene temperature;
- nastavitvev temperature na primerno temperaturo; zmanjšanje temperature za 1 °C zmanjša do 6 % porabljene energije za ogrevanje⁸;
- primerno prezračevanje prostorov; v nasprotnem primeru se poveča potrebna energija za ogrevanje;
- zračenje prostorov v najtoplejšem delu dneva;
- poskrbimo, da ne zastiramo ogrevalnih teles⁷; v nasprotnem primeru se poraba energije poveča do 10 %;
- uporaba obnovljivih virov ogrevanja, ki so primerni za šolo
- uporaba lesne biomase⁷, ki vsebuje lesne ostanke in les slabše kakovosti, ki bi bil za druge namene večinoma neuporaben;
- uporaba geotermalne energije⁷ na toplotno črpalko zniža stroške ogrevanja od 35 % do 60 % in zniža emisije CO₂ od 35 % do 60 %;
- uporaba sončnih kolektorjev⁷. Ob pravilni uporabi se prihrani med 50 % in 60 % letne porabe energije za ogrevanje sanitarne tople vode.

⁸ Vir: Pozorn(!)ni za okolje, kako varčevati z električno energijo?
(http://www.pozornizaokolje.si/zmanjsaj_ogljicni_odtis/varcu_j_z_energijo)

5.3 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PREVOZOV

Pri načrtovanju za zmanjšanje ogljičnega odtisa šole zaradi prevozov predlagamo ukrepe:

- če je možno, gremo v šolo peš, s kolesom ali z javnim prevozom;
- omogočeno parkiranje in zaklepanje koles v šoli;
- ozaveščanje ljudi o okolju prijaznih oblikah prevoza;
- če je potrebno uporabiti avtomobil, se lahko pelje več oseb;
- uvedba šolskega avtobusa, ki bi prevažal dijake po okolici;
- če je res potrebno uporabiti avtomobil, upoštevamo nasvete za »zeleno vožnjo«⁷:
 - vozimo v pravi prestavi; pri prenizki se porabi več goriva;
 - vozimo s čim enakomernejšo hitrostjo, s počasnim in z enakomernim speljevanjem. Če med vožnjo hitro pospešujemo in močno zaviramo, se poraba goriva poveča tudi do 40 %, čas vožnje pa le za 4 %;
 - ne vozimo prehitro; najoptimalnejša poraba goriva je pri hitrosti 90 km/h. Pri vožnji s hitrostjo 110 km/h se poraba goriva poveča za 20 %;
 - zmanjšamo zračni upor; dodatki na zunanji strani avtomobila pri večji hitrosti povečajo porabo goriva tudi do 20 %;
 - uravnavamo primerni tlak v pnevmatikah; pri premajhnem tlaku se poraba goriva poveča za kar 6 %;
 - preudarna uporaba klimatske naprave, saj ta v poletnem času poveča porabo goriva za kar 20 %. Pri vožnji nad 80 km/h je varčneje uporabiti klimatsko napravo kakor odprto okno;
 - poskrbimo za redno vzdrževanje avtomobila; slabo nastavljen motor lahko poveča porabo goriva do 50 %, umazani zračni filtri pa do 10 %.

5. 4 UKREPI ZA ZMANJŠANJE OGLJIČNEGA ODTISA ZARADI PORABE PAPIRJA

V zvezi z uporabo papirja predlagamo naslednje:

- ozaveščanje in spodbujanje oseb v šoli o racionalnejši uporabi papirja;
- omejitev dovoljene količine porabljenega papirja na dijaka v šolski fotokopirnici;
- racionalnejša uporaba zvezkov (zvezek uporabimo tako, da ga v celoti zapolnimo, če ne, ga uporabimo za več predmetov hkrati);
- uporaba akte je veliko prijaznejša okolju kot uporaba zvezka; posameznik jo uporablja za vse predmete hkrati in vstavi vanjo toliko listov, kot jih namerava porabiti. Uporablja se lahko več let;
- uporaba pametnih elektronskih naprav (npr. tablični računalnik, pametni telefon itn.) za reševanje spletnih nalog in uporaba elektronskih učbenikov.

6 ZAKLJUČEK

V raziskovalni nalogi smo proučevali ogljični odtis šole, ki jo obiskujem. Izračunali smo izpuste toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi porabe električne energije, ogrevanja šolskih prostorov, prevozov oseb in porabe papirja v koledarskem letu. Ugotovili smo, da znaša ogljični odtis šole približno 588 ton ekvivalenta ogljikovega dioksida v koledarskem letu, kar je v povprečju približno 0,649 ton ekvivalenta ogljikovega dioksida na osebo šole.

Najmanj izpustov toplogrednih plinov, ki povzročajo ogljični odtis, nastane zaradi porabe papirja v koledarskem letu. Presenetljivo je spoznanje, da je ogljični odtis zaradi porabe papirja relativno majhen kljub zelo veliki porabi papirja, saj ne povzroča veliko emisij ogljikovega dioksida (CO₂) na določeno količino papirja.

Največ izpustov toplogrednih plinov v koledarskem letu nastane zaradi ogrevanja šolskih prostorov. Pomembno je, da smo prepoznali vzrok za tolikšno količino izpustov toplogrednih plinov, ki nastanejo zaradi ogrevanja šolskih prostorov, in sicer je vzrok neustrezna vrsta ogrevanja, ki zaradi različnih virov za pridobivanje energije

za ogrevanje povzroča relativno veliko emisij. Ugotovili smo tudi, da je šola glede na povprečno porabljeno energijo za ogrevanje povsem primerljiva novim stavbam (OVO Energy, 2018).

Predlogi načrtovanja zmanjšanega ogljičnega odtisa s podanimi ukrepi so pomembni in izvedljivi. Z upoštevanjem ukrepov bi lahko dolgoročno precej zmanjšali ogljični odtis šole.

Prvi korak, ki bi ga bilo treba uvesti, je ozaveščanje dijakov in delavcev šole o pomembnosti varovanja okolja. Predstaviti bi jim bilo potrebno ogljični odtis šole za posamezne dejavnosti in ukrepe za zmanjšanje emisij toplogrednih plinov. S tem bi jih spodbudili, da bi spremenili svoj način življenja in vanj vključili čim več okolju prijaznih alternativ.

V nadaljevanju bi bilo dobro raziskati, za koliko bi lahko zmanjšali temperaturo v učilnicah, kakšni bi bili stroški namestitve temperaturnih termostатов in senzorjev za luči ter kateri način ogrevanja bi bil za šolo najprimernejši. Prav tako bi lahko izračunali ogljični odtis za druge šole (osnovne in srednje šole ter fakultete), poslovne stavbe ter podjetja.

7 DRUŽBENA ODGOVORNOST

Dejstvo je, da posamezniki in družba vedno bolj vplivamo na okolje z njegovim onesnaževanjem, predvsem s toplogrednimi plini, med katerimi je največ ogljikovega dioksida (CO₂). To močno vpliva na globalno segrevanje Zemlje, kar pomeni, da moramo prepoznati dejavnosti, s katerimi povzročamo izpuste toplogrednih vplivov v okolje in jih z ukrepi tudi zmanjšati. Tema raziskovalne naloge je zelo aktualna, saj je zadnje čase veliko govora o onesnaževanju okolja z ogljikovim dioksidom, raziskovanjem posledic na okolje in iskanjem rešitev tako v lokalnem kot v globalnem okolju. Raziskovalna naloga je družbeno odgovorna in koristna, saj predstavlja količine izpustov ekvivalenta ogljikovega dioksida (CO₂) za posamezne dejavnosti šole, prav tako pa tudi podaja ukrepe za zmanjšanje ogljičnega odtisa šole, s katerimi bi se lahko precej zmanjšali negativni vplivi na okolje. Prav tako je naloga družbeno odgovorna zaradi ozaveščanja tako posameznikov kot družbe o varovanju okolja. Pomembno je, da je prav vsak posameznik ozaveščen o varovanju okolja, saj lahko prav vsak posameznik že z majhnimi ukrepi precej zmanjša svoj ogljični odtis, ki nastane v daljšem časovnem obdobju.

8 SEZNAM VIROV

- Carbon Trust (2011) Conversion factors, Energy and carbon conversions 2011 update. Pridobljeno 5.2.2018 iz https://www.carbontrust.com/media/18223/ctl153_conversion_factors.pdf
- Javno podjetje Energetika Maribor, d. o. o. (2018) Pridobljeno 2.2.2018 iz https://www.energetika-mb.si/media/files/pdf/ceniki/2018_cenik-TOP_01.pdf
- Kern, Š., Ogorelec, V. (2011) Ogljični odtis Kompas Design d. o. o., kazalnik porabe fosilnih energetskega virov in vpliva na podnebne spremembe za leto 2009. Pridobljeno 6. 2. 2018 iz <http://www.kompas-design.si/media/kd.ogljicni.odtis.pdf>
- OVO Energy Ltd (2018) How much energy heating do you use to heat your home? Pridobljeno 6. 2. 2018 iz <https://www.ovoenergy.com/guides/energy-guides/how-much-heating-energy-do-you-use.html>
- OpenLCA (2018) Pridobljeno 18.12.2017 iz <http://www.openlca.org/>
- Pozorn(!)ni za okolje, kako varčevati z električno energijo? Pridobljeno 5.2.2018 iz http://www.pozornizaokolje.si/zmanjsaj_ogljicni_odtis/varcuj_z_energijo
- Ranganathan J., Corbier L., Bhatia P., Schmitz S., Gage P., Oren K. (2004) The greenhouse gas protocol: a corporate accounting and reporting standard (revised edition). Washington, DC: World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development.
- Umanotera, slovenska fundacija za trajnostni razvoj (2018) Izračunaj svoj ogljični odtis. Pridobljeno 6. 2. 2018 iz <http://www.umanotera.org/kaj-delamo/trajne-vsebine-projekti-kampanje/podnebne-spremembe/izracunaj-svoj-ogljicni-odtis/#toggle-id-5>
- Zelena Slovenija, Portal za trajnostni razvoj. (2018). Ogljični odtis. Pridobljeno 6. 2. 2018 iz <http://www.zelenaslovenija.si/kaj-nudimo/trajnostno-svetovanje/ogljicni-odtis>

Zveza potrošnikov Slovenije (2016) Koliko zares porabijo avtomobili na slovenskih cestah? Pridobljeno 2.2.2018 iz <https://www.zps.si/index.php/avto/navigacija-2/8244-koliko-zares-porabijo-avtomobili-na-slovenskih-cestah>

PRILOGA

V prilogi je podan anketni vprašalnik. Anketni vprašalnik smo ustvarili v programu Google Obrazci in ga poslali dijakom ter zaposlenim po elektronski pošti. Vprašalnik je podan v nadaljevanju.

ANKETNI VPRAŠALNIK

Pozdravljeni!

Sem dijakinja drugega letnika in pripravljam raziskovalno nalogo s področja varstva okolja. Ker raziskujem ogljični odtis naše šole, potrebujem kar nekaj podatkov, ki se navezujejo tudi na vsakdan dijakov in profesorjev naše šole. Prosim, da odgovorite na kratka vprašanja. Vsi odgovori so anonimni.

(Prosim, da obkrožite)

Spol: M / Ž

DIJAK/INJA / PROFESOR/ICA

1. Kako oziroma s katerim prevoznim sredstvom prihajate v šolo? (Ustrezni odgovor ali odgovore obkrožite in pripišite, kolikokrat na teden uporabljate izbrano vrsto prevoza).

- a) z avtomobilom , _____ krat na teden.
- b) z avtobusom, _____ krat na teden.
- c) s kolesom , _____ krat na teden.
- d) z motornim kolesom, _____ krat na teden.
- e) peš, _____ krat na teden.

2. Kolikšna je oddaljenost vašega prebivališča do naše šole?

Če ste na prvo vprašanje izbrali odgovor a) ali d), vas prosim, da izberete ustrezno možnost:

3. vrsta goriva motornega vozila, s katerim prihajate v šolo, je:

- a) dizelsko
- b) bencinsko
- c) drugo: _____

Dijake prosim, da odgovorijo tudi na spodnja vprašanja.

4. Koliko zvezkov (A4 format, mehke platnice) porabiš v šolskem letu?

5. Koliko zvezkov (A4 format, trde platnice) porabiš v šolskem letu?

6. Koliko zvezkov (A5 format, mehke platnice) porabiš v šolskem letu?

7. Koliko zvezkov (A5 format, trde platnice) porabiš v šolskem letu?

8. Koliko delovnih zvezkov porabiš v šolskem letu?

Najlepša hvala za sodelovanje!